

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Januar 2002 (10.01.2002)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/02937 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04B 1/04, 53/02

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02234

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2001 (15.06.2001)

Veröffentlicht:

(25) Einreichungssprache: Deutsch

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 32 577.7 5. Juli 2000 (05.07.2000) DE

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

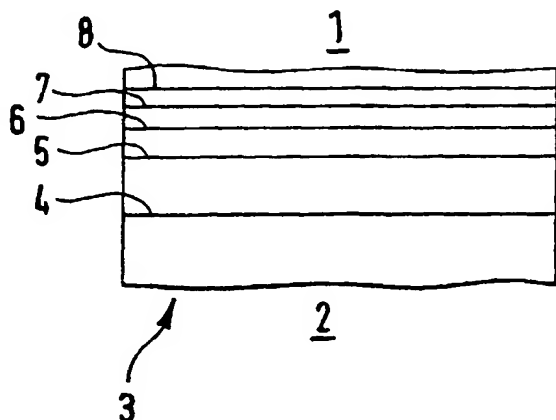
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANK, Kurt** [DE/DE]; Schelmenwasen 14, 73614 Schorndorf (DE).

(54) Title: RADIAL PISTON PUMP

(54) Bezeichnung: RADIALKOLBENPUMPE



(57) **Abstract:** The invention relates to a radial piston pump for providing fuel at high pressure in fuel injection systems of internal combustion engines, especially in a common rail injection system. Said radial piston pump comprises a drive shaft which is mounted in a housing and which has an eccentric shaft section, said eccentric shaft section interacting with preferably several pistons in order to draw in fuel by suction and subject the fuel to high-pressure in a high pressure area. Said pistons are arranged radially in relation to the drive shaft in an element bore, respectively and can be moved back and forth. A structure in the μm range is configured in the outer lateral surface (3) of the pistons and/or the inner lateral surface of the element bore in order to increase the degree of efficiency and the service life of the radial piston pump.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-

Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen. Um den Wirkungsgrad und die Lebensdauer zu erhöhen, ist in der äusseren Mantelfläche (3) der Kolben und/oder der inneren Mantelfläche der Elementbohrung eine Struktur im μm -Bereich ausgebildet.

WO 02/02937 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

9 5

Radialkolbenpumpe

10

Stand der Technik

15

20

Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen.

25

30

Aus der DE 198 47 044 A1 ist eine gattungsmäßige Radialkolbenpumpe bekannt. Bei der bekannten Radialkolbenpumpe ist in der äußeren Mantelfläche der Kolben in Umfangsrichtung eine Ringnut angebracht, die mit mehreren axial angeordneten Kanälen in Verbindung steht. Die makroskopischen Kanäle dienen dazu, die Kolben jeweils in der zugehörigen Elementbohrung "hydraulisch" auszurichten.

35

Die Laufbahnen der Kolben und der Elementbohrungen müssen einerseits sehr glatt sein und eine gleichmäßige Oberfläche aufweisen. Andererseits soll auch eine gewisse Menge des zu verdichtenden Mediums als Schmierstoff an den Oberflächen

- 2 -

haften, was eine gewisse Oberflächenrauigkeit voraussetzt. Diese Rauigkeit geht zu Ungunsten des Traganteils der Oberflächen, d.h. nicht die gesamte Mantelfläche der Kolben und Elementbohrungen kann als Laufbahn effektiv genutzt werden. Durch die Oberflächenrauigkeit wird auch die zu erreichende Form- und Maßgenauigkeit begrenzt. Diese Begrenzung führt dazu, dass bestimmte Mindestspiele nicht unterschritten werden können, was wiederum den Wirkungsgrad der Radialkolbenpumpe herabsetzt. Dieser Effekt wirkt sich umso stärker aus, je höher der Druck in der Radialkolbenpumpe wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad und die Lebensdauer der bekannten Radialkolbenpumpe zu erhöhen.

Die Aufgabe ist bei einer Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen, insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle, die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der Antriebswelle radial in einer jeweiligen Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen, dadurch gelöst, dass in der äußeren Mantelfläche der Kolben und/oder der inneren Mantelfläche der Elementbohrung eine Struktur in μm -Bereich ausgebildet ist.

Vorteile der Erfindung

Die an der Kolbenmantelfläche und in der Elementbohrung gebildeten Laufbahnen können bei der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe sehr glatt und formgenau ausgeführt werden. Dadurch können sehr kleine Spiele realisiert werden, was speziell bei hohen Drücken wegen der geringen

- 3 -

Spaltverluste zu einem guten Wirkungsgrad der Radialkolbenpumpe führt. Die glatten Oberflächen würden jedoch im Betrieb der Radialkolbenpumpe eine ausreichende Schmierung verhindern und zu Kolbenfressern führen. Die gezielte Strukturierung der Oberfläche der Kolben und/oder der Elementbohrungen hat die Funktion von Schmiertaschen und Schmierkanälen. Die Strukturierung kann z.B. mit Hilfe eines Lasers gezielt eingebracht werden. Über die in die Oberfläche eingebrachte Struktur wird das Schmiermedium im Betrieb auf die zu versorgenden Schmierstellen an den Laufbahnen verteilt. Gleichzeitig dient die Strukturierung als Reservoir für das Schmiermedium.

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur so ausgebildet ist, dass im Betrieb keine direkte Verbindung zwischen dem von der einen Stirnseite des jeweiligen Kolbens begrenzten Hochdruckbereich und einem von der anderen Stirnseite begrenzten Niederdruckbereich besteht. Dadurch werden Leckströmungen und Spaltverluste so gering wie möglich gehalten.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von Schmierkanälen gebildet wird, die im Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen. Dadurch wird auf einfache Art und Weise erreicht, dass keine Verbindung zwischen dem Niederdruckbereich und dem Hochdruckbereich besteht. Über die Anzahl der Schmierkanäle kann die Größe des Speicherreservoirs für das Schmiermedium festgelegt werden.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von paarweisen angeordneten Schmierkanälen unterschiedlicher Länge gebildet wird, die jeweils zwei rechtwinklig zueinander angeordnete Arme aufweisen, wobei der eine Arm in axialer

- 4 -

Richtung und der andere Arm in Umfangsrichtung der jeweiligen Mantelfläche angeordnet ist. Dadurch wird eine besonders gute Verteilung des Schmiermittels über die zu schmierende Fläche erreicht.

5

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von einer Vielzahl in axialer Richtung verlaufender Kanäle gebildet wird, die gruppenweise angeordnet sind und durch in Umfangsrichtung verlaufende Kanäle miteinander in Verbindung stehen. Bei dieser Art Hintereinanderschaltung kann der Strömungswiderstand in axialer Richtung über die Anzahl der in axialer Richtung verlaufenden Kanäle variiert werden. Durch zusätzliche Verbindungskanäle in Umfangsrichtung kann die Schmierung in bestimmten Bereichen gezielt verbessert werden. Der Strömungswiderstand ist außerdem u.a. abhängig von den Parametern Kanalform, Kanalquerschnitt und Kanallänge. Durch eine geeignete Wahl dieser Parameter kann die Schmierstoffzufuhr bedarfsgerecht ausgelegt werden.

10

15

20

Zeichnung

In der Zeichnung zeigt:

25

Figur 1 die Abwicklung einer Mantelfläche eines Kolbens gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

30

Figur 2 eine perspektivische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Elementbohrung;

35

Figur 3 einen Abschnitt der Abwicklung einer Kolbenmantelfläche gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

- 5 -

Figur 4 einen Abschnitt der Abwicklung einer
Kolbenmantelfläche gemäß einer dritten
Ausführungsform der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Radialkolbenpumpe wird insbesondere in
Common-Rail-Einspritzsystemen zur Kraftstoffversorgung von
Dieselmotoren eingesetzt. Dabei bedeutet Common-Rail soviel
wie gemeinsame Leitung oder gemeinsame Schiene. Im
Gegensatz zu herkömmlichen Hochdruckeinspritzsystemen, in
denen der Kraftstoff über getrennte Leitungen zu den
einzelnen Brennräumen gefördert wird, werden die
Einspritzdüsen in Common-Rail-Einspritzsystemen aus einer
gemeinsamen Leitung gespeist.

Eine solche Radialkolbenpumpe ist z.B. in den Figuren 4 bis
6 der DE 198 47 044 A1 dargestellt. Die dort gezeigte
Radialkolbenpumpe umfasst eine in einem Pumpengehäuse
gelagerte Antriebswelle mit einem exzentrisch ausgebildeten
Wellenabschnitt. Auf dem exzentrischen Wellenabschnitt ist
ein Ring vorgesehen, gegenüber dem der exzentrische
Wellenabschnitt drehbar ist. Der Ring umfasst drei jeweils
um 120° zueinander versetzte Abflachungen, gegen die sich
jeweils ein Kolben abstützt. Die Kolben sind jeweils in
einer Elementbohrung zur Antriebswelle in radialer Richtung
hin- und herbewegbar aufgenommen und begrenzen jeweils
einen Zylinderraum.

Am Fuß eines jeden Kolbens ist durch einen Plattenhalter
eine Platte angebracht, die an der zugehörigen Abflachung
des Rings anliegt. Dabei ist der Plattenhalter durch einen
Sprengring an dem Kolben befestigt. Die Radialkolbenpumpe
dient dazu, Kraftstoff, der von einer Vorförderpumpe aus
einem Tank geliefert wird, mit Hochdruck zu beaufschlagen.

- 6 -

Bei dem Kraftstoff handelt es sich vorzugsweise um Dieselkraftstoff. Der mit Hochdruck beaufschlagte Dieselkraftstoff wird dann in die oben angesprochene gemeinsame Leitung gefördert.

5

Im Förderhub werden die Kolben in Folge der Exzenterbewegung des Rings von der Achse der Antriebswelle weg bewegt. Im Saughub bewegen sich die Kolben radial auf die Achse der Antriebswelle zu, um Kraftstoff in die Zylinderräume zu saugen. Die Saughubbewegung der Kolben wird durch eine Feder erreicht, die gegen den Plattenhalter bzw. die Platte vorgespannt ist.

10

15

20

25

In Figur 1 sieht man eine Abwicklung der Mantelfläche eines Kolbens einer erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe. Mit 1 ist die Hochdruckseite und mit 2 die Niederdruckseite der Radialkolbenpumpe bezeichnet. Die Abwicklung der Kolbenmantelfläche ist insgesamt mit 3 bezeichnet. In der Kolbenmantelfläche sind mehrere in Umfangsrichtung verlaufende Schmierkanäle 4, 5, 6, 7 und 8 parallel zueinander angeordnet. Zur Hochdruckseite 1 hin sind die Schmierkanäle dichter zueinander beabstandet als zur Niederdruckseite 2 hin. Die einzelnen Schmierkanäle stehen untereinander nicht in Verbindung und sind praktisch parallel geschaltet.

30

In Figur 2 ist eine Elementbohrung 20 im Schnitt perspektivisch dargestellt. An der inneren Umfangsfläche der Elementbohrung 20 sind mehrere in Umfangsrichtung verlaufende Schmierkanäle 4, 5, 6, 7 und 8 ausgebildet.

35

In Figur 3 ist eine Abwicklung der Kolbenmantelfläche eines Kolbens gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform sind jeweils zehn Schmierkanäle 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 in einer Gruppe

- 7 -

zusammengefasst. Die Schmierkanäle 9 bis 18 sind L-förmig ausgebildet. Dabei ist jeweils der eine Schenkel eines L-förmigen Schmierkanals in Umfangsrichtung und der andere Schenkel in axialer Richtung angeordnet. Jeweils zwei
5 Schmierkanäle mit gleich langen Schenkeln in axialer Richtung sind paarweise so zueinander angeordnet, dass die Schenkel in Umfangsrichtung einander zugewandt sind.

Bei der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform ist
10 jeweils ein T-förmig ausgebildeter Schmierkanal 24 in der Nähe der Hochdruckseite 1 angeordnet. Dabei ist die Mittelachse des T-förmigen Schmierkanals zur Hochdruckseite 1 hin gewandt. Der T-förmige Schmierkanal 24 wird von zwei L-förmigen Schmierkanälen 25 und 26 eingefasst. Von den in
15 Umfangsrichtung angeordneten Schenkel der L-förmigen Schmierkanäle 25 und 26 gehen in axialer Richtung mehrere Schmierkanäle 27 aus. Die in axialer Richtung verlaufende Schmierkanäle 27 werden von mehreren in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanälen geschnitten. In Figur 4 ist
20 einer dieser in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanäle beispielhaft mit 28 bezeichnet. Von den in Umfangsrichtung verlaufenden Schmierkanälen gehen wiederum mehrere in axialer Richtung verlaufende Schmierkanäle aus, von denen in Figur 4 einer beispielhaft mit 29 bezeichnet ist. Im
25 Anschluss an diese in axialer Richtung verlaufenden Schmierkanäle sind wiederum in Umfangsrichtung verlaufende Schmierkanäle 30 angeordnet. Darauf folgen in axialer Richtung ausgerichtete Schmierkanäle 31 und in Umfangsrichtung ausgerichtete Schmierkanäle 32.

30 Die mittels Laser eingebrachten Schmierkanäle sind in axialer Richtung nicht durchgehend. Die Schmierkanäle sind unterbrochen, um die Spaltverluste und Leckströmungen so gering wie möglich zu halten. Die Schmierkanäle können, wie
35 in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, regelmäßige Muster bilden, können aber auch unregelmäßig angeordnet sein.

5

Ansprüche

- 10 1. Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei
Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen,
insbesondere bei einem Common-Rail-Einspritzsystem,
mit einer in einem Gehäuse gelagerten Antriebswelle,
15 die einen exzentrisch ausgebildeten Wellenabschnitt
aufweist, der mit vorzugsweise mehreren bezüglich der
Antriebswelle radial in einer jeweiligen
Elementbohrung hin- und herbewegbaren Kolben
zusammenwirkt, um Kraftstoff anzusaugen und in einem
Hochdruckbereich mit Hochdruck zu beaufschlagen,
20 dadurch gekennzeichnet, dass in der äußeren
Mantelfläche (3) der Kolben und/oder der inneren
Mantelfläche (20) der Elementbohrung eine Struktur im
µm-Bereich ausgebildet ist.
- 25 2. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Struktur so ausgebildet ist,
dass im Betrieb keine direkte Verbindung zwischen dem
von der einen Stirnseite des jeweiligen Kolbens
begrenzten Hochdruckbereich (1) und einem von der
30 anderen Stirnseite begrenzten Niederdruckbereich (2)
besteht.
- 35 3. Radialkolbenpumpe nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur
von Schmierkanälen (4 bis 8) gebildet wird, die im
Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen.

- 9 -

4. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von paarweise angeordneten Schmierkanälen (9 bis 18) unterschiedlicher Länge gebildet wird, die jeweils zwei rechtwinklig zueinander angeordnete Arme aufweisen, wobei der eine Arm in axialer Richtung und der andere Arm in Umfangsrichtung der jeweiligen Mantelfläche angeordnet ist.
5. Radialkolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur von einer Vielzahl in axialer Richtung verlaufender Kanäle (27, 29, 31) gebildet wird, die gruppenweise angeordnet sind und durch in Umfangsrichtung verlaufende Kanäle (28, 30, 32) miteinander in Verbindung stehen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 / 1

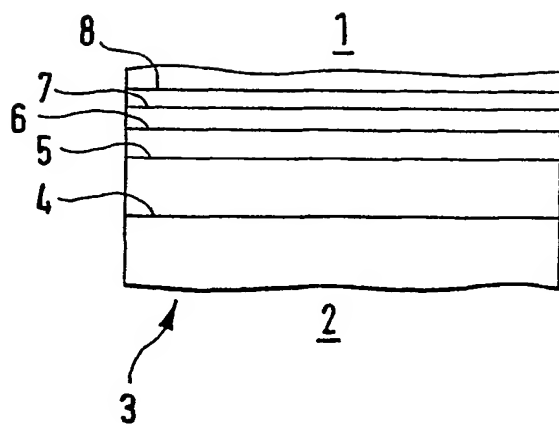


Fig. 1

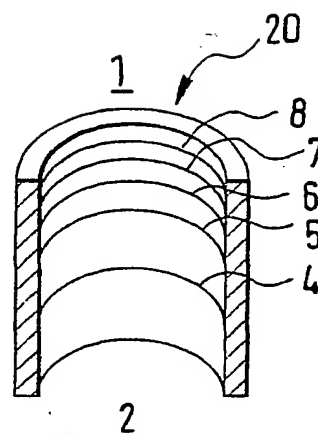


Fig. 2

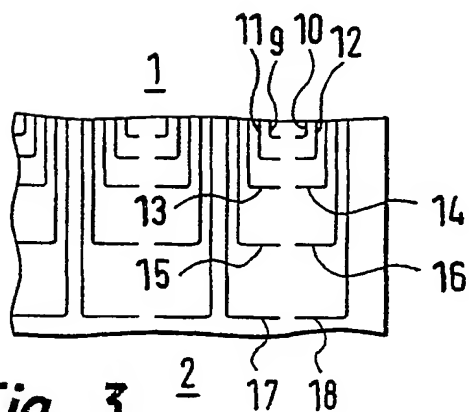


Fig. 3

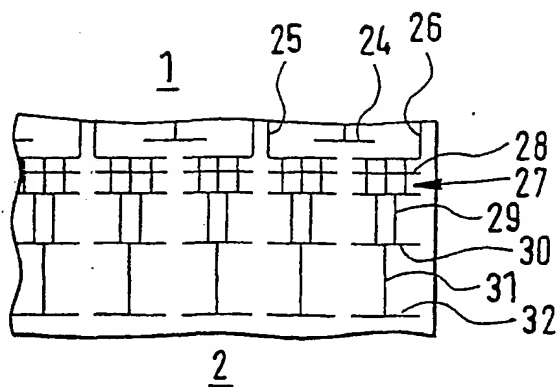


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intel. Application No

PCT/DE 01/02234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F04B1/04 F04B53/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 198 47 044 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20 April 2000 (2000-04-20) cited in the application column 2, line 30 - line 67; figures 1-3 ---	1-3
Y	EP 0 967 384 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 29 December 1999 (1999-12-29) page 2, line 27 - line 40 page 3, line 26 - line 47; figures 1A, 1B ---	1-3
A	US 3 153 987 A (HANS THOMA) 27 October 1964 (1964-10-27) the whole document ---	1
A	DE 29 48 346 A (HEILMEIER & WEINLEIN) 4 June 1981 (1981-06-04) page 6, last paragraph -page 7 paragraph '0002!; figures 1-4 ---	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 2001

Date of mailing of the international search report

19/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bertrand, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/02234

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 98 34027 A (KOMATSU) 6 August 1998 (1998-08-06) abstract; figures 1-3 -----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
information on patent family members

In International Application No
PCT/DE 01/02234

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19847044	A	20-04-2000	DE 19847044 A1	20-04-2000
EP 0967384	A	29-12-1999	JP 11303709 A	02-11-1999
			EP 0967384 A2	29-12-1999
			US 6279454 B1	28-08-2001
US 3153987	A	27-10-1964	NONE	
DE 2948346	A	04-06-1981	DE 2948346 A1	04-06-1981
WO 9834027	A	06-08-1998	JP 10220343 A	18-08-1998
			WO 9834027 A1	06-08-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)